

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-45864  
(P2003-45864A)

(43) 公開日 平成15年2月14日 (2003.2.14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 21/31

H 0 1 L 21/31

B 4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/455

5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-234841 (P2001-234841)

(22) 出願日 平成13年8月2日 (2001.8.2)

(71) 出願人 000001122

株式会社日立国際電気  
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 奥田 和幸

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(72) 発明者 森田 慎也

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(74) 代理人 100090136

弁理士 油井 透 (外 2 名)

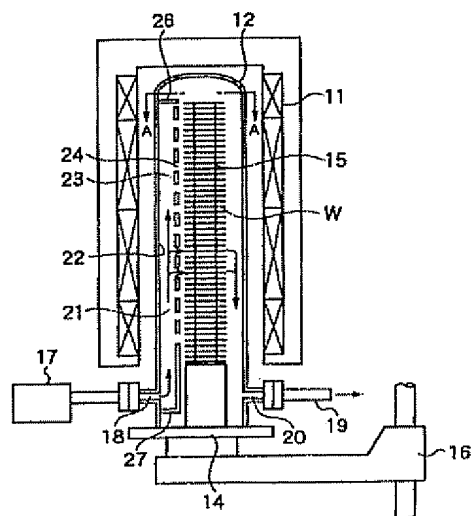
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【要約】

【課題】 ガスノズルの形状を改善して、反応管内に供給したガスを効率良く使用できるようにする。

【解決手段】 円筒反応管 12 を垂設して炉口フランジ 13 の開口をシールキャップ 14 で密封し、反応管 12 内に基板としてのウェーハ W を多段に載置したポート 15 を挿入する。円筒反応管 12 内の複数のウェーハ W にノズル 21 からガスを供給してウェーハ W に薄膜を堆積する。ノズル 21 は、円筒反応管 12 の管軸方向に管内壁 22 に沿って這うように設けられる。また、ノズル 21 は、管内周方向に  $45^{\circ}$  以上  $180^{\circ}$  以下の広がりを持つノズル空間 23 を内部に持つ。ノズル 21 のガス噴出口 24 は各ウェーハ W に対応するよう複数設けられ、各ウェーハ W の上にガスを流す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】円筒状の反応管内の複数の基板にノズルからガスを供給して前記複数の基板を処理する基板処理装置において、前記ノズルは、前記円筒状反応管の管軸方向に管壁に沿って設けられ、かつ管周方向に  $45^\circ$  以上  $180^\circ$  以下の広がりを持つノズル空間を内部に持っていることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】前記複数の基板はそれぞれ支持板に支持され、

前記ノズルのガス噴出口は各支持板に支持された基板に対応するよう複数設けられている請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 3】前記ノズルを介して前記円筒状反応管内の複数の基板に供給するガスは、プラズマにより活性化したガスを含む請求項 1 または 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】前記処理は、前記複数の基板上に複数種類のガスを 1 種類ずつ順番に繰り返し流し、表面反応により前記複数の基板上に薄膜を形成する処理である請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の基板処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスの製造工程の一工程で用いられる反応管内で複数の基板を処理する基板処理装置に係り、特に複数の基板にガスを供給するノズル構造を改善したものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の縦型減圧 CVD 装置を図 7 に示す。ヒータ 1 の内側に外部反応管 2 が設けられ、外部反応管 2 の内部には内部反応管 3 が同心状に配設される。外部反応管 2、内部反応管 3 は炉口フランジ 4 上に立設される。炉口フランジ 4 の下端はシールキャップ 5 により気密に閉塞され、シールキャップ 5 にポート 6 が立設されて内部反応管 3 内に挿入される。ポート 6 にはバッチ処理されるウェーハ W が水平姿勢で管軸方向に多段に多数枚積載される。

【0003】炉口フランジ 4 の内部反応管 3 下方の位置にガス導入ノズル 7 が連通され、また外部反応管 2 と内部反応管 3 との間に形成される円筒状の空間 8 の下端に連通するよう、排気管 9 が炉口フランジ 4 に接続されている。

【0004】ポートエレベータ 10 でシールキャップ 5 を介してポート 6 を下降させ、ポート 6 にウェーハ W を積載し、ポートエレベータ 10 よりポート 6 を内部反応管 3 内に挿入する。シールキャップ 5 が炉口フランジ 4 下端を完全に密閉した後、外部反応管 2 内を排気する。

【0005】ガス導入ノズル 7 から反応性ガスを反応室内に供給しつつ、ガス排気管 9 より排出する。内部反応管 3 内を所定温度に加熱し、ウェーハ W 表面に成膜する。成膜完了後前記ガス導入ノズル 7 から不活性ガスを

導入し、反応管 2、3 内を不活性ガスに置換して常圧に復帰させ、ポート 6 を下降させ、ポート 6 から成膜完了後のウェーハ W を払い出す。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来技術では、反応管の下部にノズルを設けているので、反応管の下部から反応管の上部に向かうに従って、基板上を流れるガスの量が少なくなり、ガスを効率良く使用できないという問題があった。

10 【0007】このことは、気相反応と表面反応とを利用する CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置と異なり、表面反応のみを利用する ALD (Atomic Layer Deposition) 装置では、特に問題となっていた。

【0008】また、ALD 装置では、プラズマによって励起される活性種を使用することもあるが、プラズマによって励起される活性種にはライフタイム (寿命) があり、ある程度の時間が経過したり、障害物と衝突することで、励起状態でなくなってしまうことがある。この点で、反応管の下部にノズルを設けた構成では、励起が必要

20 的なガス種が、励起されたまま基板領域に輸送されず、吸着や反応ができないという問題もあった。

【0009】本発明の課題は、上述した従来技術の問題点を解消して、反応管内に供給したガスを効率良く使用することが可能な基板処理装置を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、円筒状の反応管内の複数の基板にノズルからガスを供給して前記複数の基板を処理する基板処理装置において、前記ノズルは、前記円筒状反応管の管軸方向に管壁に沿って設けられ、かつ管周方向に  $45^\circ$  以上  $180^\circ$  以下の広がりを持つノズル空間を内部に持っていることを特徴とする基板処理装置である。円筒状の反応管は円筒反応管が好ましいが、略円筒形をしていけばよい。また、ノズルは管内壁に沿って設けられているのが好ましいが、管外壁に沿って設けられていてもよい。

【0011】本発明によれば、ノズルが、円筒状反応管の管軸方向に設けられているので、反応管の管軸方向のいずれの位置にもガスを均等に供給できる。また、ノズルは管壁に沿って設けられているので、管壁から離れて設ける場合に比して、反応管を大型化することなく設けることができる。なお、ノズルは装置小型化の観点から、管内壁に沿って設ける方が好ましい。また、ノズルを管内壁に設置することにより、ノズルのない部分を排気領域として機能させることができるというメリットもある。さらに管周方向に  $45^\circ$  以上  $180^\circ$  以下の広がりを持つノズル空間を内部に持っているため、狭い筒状のノズルに比べて、ガスが壁にぶつかる確率を低く抑え、またノズル内の圧力を比較的強く保つことができ、その結果、各基板に対するガスの吸着、反応量を増大でき、ガスを効率良く使用できる。

【0012】上記発明において、前記複数枚の基板はそれぞれ支持板に支持され、前記ノズルのガス噴出口は各支持板に支持された基板に対応するよう複数設けられていることが好ましい。複数枚の基板がそれぞれ支持板に支持されているので、支持板の存在しない場合と比べて、支持板間で区切られる領域へノズルのガス噴出口から出たガスを行き渡りやすくてできる。したがって基板上を流れるガスの量を多くすることができ、ガスを一層効率良く使用できる。また、ノズルのガス噴出口が各支持板に支持された基板に対応するよう複数設けられていると、基板表面と平行な流れを作ることができ、基板上に積極的に原料を供給し、表面吸着を促進できる。

【0013】上記発明において、前記ノズルを介して前記円筒状反応管内の複数の基板に供給するガスは、プラズマにより活性化したガスを含むことが好ましい。プラズマにより活性化したガス（活性種）は、壁にぶつかったり、圧力が高いとライフタイムが短くなる。この点で、本発明はノズル内部に比較的広いノズル空間を持っているので、活性種のライフタイムを確保できる。

【0014】上記発明において、前記処理は、前記複数の基板上に複数種類のガスを1種類ずつ順番に繰り返し流し、表面反応により前記複数の基板上に薄膜を形成する処理であることが好ましい。複数種類のガスを1種類ずつ順番に繰り返し流し、表面反応により薄膜を形成する処理に適用すると、基板上に流れるガスの量が多いので表面反応を促進できる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下に、半導体デバイスの製造工程のうちの一工程で使用する本発明の基板処理装置の実施の形態を図面を用いて説明する。ここでは、基板処理装置を縦型減圧ALD装置に適用した場合について説明する。

【0016】まず、ALDとCVDの違いについて説明する。ALDは、ある成膜条件（温度、時間等）の下で、成膜に用いる2種類（またはそれ以上）の原料ガスを1種類ずつ交互に基板上に供給し、1原子層単位で吸着させ、表面反応のみ（気相反応は用いない）を利用して成膜を行う手法である。

【0017】すなわち、利用する化学反応は、ALDは表面反応であり、成膜温度が300～600℃（ $\text{DCS} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{SiN}$ の場合）と比較的低温であるのに対し、CVDは表面反応+気相反応であり、成膜温度は600～800℃と比較的高温である。また、ガス供給は、ALDでは複数種類のガスを1種類ずつ交互に供給する（同時に供給しない）のに対し、CVDでは複数種類のガスを同時に供給する。そして、膜厚制御は、ALDではサイクル数で制御（例えば、100サイクルとすると、200サイクルの膜を形成する場合、処理を20サイクル行う）のに対して、CVDでは時間で制御する点で異なる。

【0018】すなわち、ALD成膜は、比較的低温で、

基板上に処理ガスを1種類ずつ供給することにより、気相反応は用いず、表面反応のみを用いて1原子層ずつ膜を形成するというものである。

【0019】次に、図1～図3を用いて実施の形態の縦型減圧ALD装置を説明する。図1は概略断面図、図2は図1の反応管のA-A線矢視図、図3は図2のガスノズルのB矢視図である。

【0020】図1に示すALD装置は、ヒータ11の内側に石英製の円筒反応管12を備える。円筒反応管12の下端はシールキャップ14により気密に閉塞され、シールキャップ14にポート15が立設されて円筒反応管12内に挿入される。ポート15には処理されるウェーハWが水平姿勢で多段に多数枚積載される。ポート15はポートエレベータ16によって昇降自在に支持され、円筒反応管12に対して出し入れできるようになっている。

【0021】円筒反応管12の下部の一侧に、リモートプラズマユニット17に接続されたガス導入口18が設けられ、他側に排気ポンプ（図示せず）に通じる排気管19に接続された排気口20が設けられる。ガス導入口18を通して円筒反応管12内の複数のウェーハWに供給されるガスには、プラズマにより活性化して供給するガスと、プラズマにより活性化しないで供給するガスとの2種類がある。

【0022】ガス導入口18は、円筒反応管12内で例えば石英製のガスノズル21に連通している。ガスノズル21は円筒反応管12の管軸方向に管内壁22に沿って設けられ、反応管12の下部から頂部付近まで管内壁22に這うように延在している。ガスノズル21は、管径の細い通常のノズル配管と比べて、比較的広いノズル空間23を有し、ガス導入口18から導入されるガスを、直接反応管12内に噴出せず、いったんノズル空間23にためこむ。ためこんだガスは多数枚のウェーハWに対応するように、ノズル21に多数設けたガス噴出口24から矢印で示すように噴出するようになっている。

【0023】図2に示すように、ガスノズル21は円筒反応管12の内壁22に沿って断面弧状の偏平な形をしている。ガスノズル21は、円筒反応管12の内壁22の一部を囲むことによって、前述したように反応管内壁22に這うように設けられ、内壁22との間に断面弧状のノズル空間23を有する。ノズル空間23は、管内周方向に $\theta = 45^\circ$ 以上 $180^\circ$ 以下程度、好ましくは $90^\circ$ 以上 $180^\circ$ 以下程度の広がりを持ち、径方向内方の幅aは円筒反応管12の内径を300mm程度とした場合、10～40mm程度、好ましくは15～30mmとした比較的広い空間となっている。

【0024】このようにノズル21内部に比較的広いノズル空間23を持たせたのは、リモートプラズマユニット17によりガスを励起した際に発生する活性種となる

べく壁にぶつからず、またプラズマ発生領域付近の圧力が低くなるようにするためであり、これにより発生した活性種のライフタイムを確保して、活性種が励起されたまま基板領域に輸送するためである。

【0025】ノズル21は、装置小型化の観点から、管内壁22に沿って設ける方が好ましい。またノズル21を管内壁22に設置することにより、ノズル21のない部分を排気領域として機能させることができるというメリットもある。

【0026】なお、ノズル空間23の広がり角は、45°以下だと、活性種のライフタイムを確保するのが難しく、ガスの吸着、反応量を有効に増大できないので好ましくない。また180°以上だと排気領域が圧迫されることとなり好ましくない。これに対して45°以上180°以下だと、活性種のライフタイムを確保することができ、ガスの吸着、反応量を有効に増大でき、排気領域も圧迫しないので好ましい。また、さらに90°以上180°以下とすると、活性種のライフタイムをより一層確保することができ、ガスの吸着、反応量をより有効に増大できるので、より好ましい。

【0027】また、ノズル径方向内方の幅aは、10mm以下だと、活性種のライフタイムを確保するのが難しく、ガスの吸着、反応量を有効に増大できないので好ましくない。また40mm以上だと基板領域が圧迫されることとなり好ましくない。これに対して10mm～40mmの範囲にあると、活性種のライフタイムを確保することができ、ガスの吸着、反応量を有効に増大でき、基板領域も圧迫しないので好ましい。また、さらに15mm～30mmとすると、活性種のライフタイムをより一層確保することができ、ガスの吸着、反応量をより有効に増大できるので、より好ましい。

【0028】上記ガスノズル21を作るには、円筒反応管12の内壁22の一部を囲むノズル部材を、管軸方向に沿う弧状セグメント25で構成する。セグメント25は例えば石英製円筒の一部を軸方向に平行な面で切り取った弧状板から得る。その弧状板の上下左右端には、それぞれ円筒反応管12の内壁22とセグメント端部間の隙間を覆う上端塞板26、下端塞板27(図1参照)、左端塞板28、右端塞板29が溶着等によって内壁22に取り付けられる。ノズル空間23はウェーハWが載置される基板領域30から仕切られる。

【0029】図3に示すように、ガス噴出口24は、弧状セグメント25に、孔もしくはスリット31として管軸方向に沿って多数設けられる。孔もしくはスリット31は、多段に水平姿勢で積載されたウェーハ1枚毎に対応して水平に設けられる。この場合、水平に設けられる孔とは、長孔または一列に並んだ複数の孔で構成される。ウェーハ1枚毎に1個または2個以上の孔もしくはスリット31を持つことが好ましい。これは、ウェーハ表面にそれと平行なガス流れを作ることによって、ウェー

ハW上に積極的に原料を供給し、表面吸着を促進させるためである。

【0030】また、ノズル21の下から上へいくにしたがって、孔もしくはスリット31のサイズを大きくするとよい。これはノズル空間23のガス上流側よりもガス下流側の方が、途中の孔もしくはスリット31からのガス噴出により、ノズル空間23の内部圧力が低くなっていくため、孔もしくはスリット31のサイズを下流側で絞って大きくして、上流側から流れやすくし、上下間で

10 の流量を整えるためである。  
【0031】図4に示すように、ウェーハWを積載するポートにはリングポート36を用いる。縦型装置で用いられる通常のラダーポート(ポート支柱に係止溝を設けたもの)を用いても良いが、リングポート36の方が好ましい。リングポート36は、周方向に適宜間隔を開けて立設した3～4本のポート支柱32と、ポート支柱32に水平に多段に取り付けられウェーハWの外周を裏面から支持する支持板としてのリング状ホルダ35とから構成される。リング状ホルダ35は、外径がウェーハWの径よりも大きく、内径がウェーハWの径よりも小さい、前記ポート支柱32に取り付けられるリング状プレート34と、リング状プレート34上に周方向に適宜間隔を置いて複数本設けられ、ウェーハWの外周裏面を点状に保持するウェーハ保持用爪33とから構成される。

20 【0032】リング状プレート34が存在しない場合に比べて、リング状プレート34がある分、ノズル21の孔もしくはスリット31からの、ウェーハ毎に分離された領域(この場合、リング状プレート34間で区切られた領域)への距離Dが短くなるので、ノズル21から噴出したガス(矢印で示す)が基板領域30に行き渡りやすいという利点がある。これによりウェーハW上にガス供給量を十分に保つことにつながり、成膜速度の低下や、均一性の悪化を防ぐことができる。

【0033】ガス導入口18の外側に接続される誘電体製の放電管37の外周には、リモートプラズマユニット17を構成する誘導コイル38が装着され、その誘導コイル38は高周波電力を発生する発振器39につながれる。発振器39から誘導コイル38に高周波電力を印加して、放電管37内部にプラズマを発生させ、プラズマが発生した放電管内にガスを供給すると、ガスはプラズマ40により活性化されて活性種が発生する。この活性種が前述したノズル21に入る。

【0034】ガスはウェーハ1枚毎に設けられた孔もしくはスリット31を通過して供給される。ガスは孔もしくはスリット31を通過してウェーハW間に供給され、ウェーハ表面を通過した後にノズル21とは反対側の空間に出て下に降り、反応管下部の排気口20から排出される。

【0035】図5に示すように、ガスKはガスノズル21の弧状周方向からウェーハ中心に向かって噴射され、

リング状プレート34間に案内されて、各ウェーハW上に供給される。なお、リング状プレート34は閉じた円板状としているが、図6に示すように、円板の一部を切り欠いたC字状としても良い。円板の一部を切り欠くことにより、その切欠き部をウェーハ搬送に用いることができる。その場合、ウェーハ保持用爪33が不要となり、円板上に基板を直接置くことができ、供給されたガスや活性種をより有効に活用できることとなる。また、成膜中、ポートを回転させない場合、切欠き部を排気領域に向けることにより、排気領域を広げることができる。

【0036】次に、上記のように構成される実施の形態の処理装置における作用を説明する。ポートエレベータ16でシールキャップ14を介してポート15を下降させ、ポート15に多数枚のウェーハWを積載し、ポートエレベータ16によりポート15を反応管12内に挿入する。シールキャップ14が円筒反応管12下端を完全に密閉した後、反応管12内を真空引きして排気する。ガス導入ノズル21から反応性ガスを反応室内に供給しつつ、ガス排気口20より排出する。反応管12内を所定温度に加熱し温度安定化をはかったうえで、ウェーハW表面に成膜処理する。

【0037】この成膜処理を、2種の原料ガスを用いて行う場合を例にとると、2種の原料ガスの内、1つはガス供給中に気相分解が生じてしまうので、所定温度以下にする必要があるが、他方の原料は、その温度では分解しないか、または、反応に寄与する形にならないという場合がある。その際、後者をリモートプラズマユニット17で励起してから供給するという方式をとると、成膜できる場合がある。具体的なガス名を挙げると、DCS（ジクロロシラン、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ）と $\text{NH}_3$ の組合せで、窒化膜（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜）を成膜するケースでは、DCSが前者、 $\text{NH}_3$ が後者（リモートプラズマユニットによる励起が必要）に該当する。

【0038】しかし、プラズマによって励起される活性種にはライフタイム（寿命）があり、ある程度の時間が経過したり、障害物と衝突することで、励起状態でなくなってしまうことがある。励起が必要なガス種は、励起されたまま基板領域に輸送しないと、吸着や反応ができない。この点で、本実施の形態では、ALDバッチ処理用のノズルのノズル形状に特徴を持たせ、ノズル21に弧状に広がるノズル空間23を形成している。これによりガスを励起されたまま基板領域に供給でき、供給したガスを効率良く、ウェーハ表面上に大量に流すことができる。また、併せてウェーハWをリング状ホルダ35で支持するようにしたので、ウェーハと反応管との間の空間Dを狭くして、ウェーハ表面上にガスが多く流れるようになり、供給したガスを効率良く使用でき、その結果、薄膜の成膜速度を上げることができる。なお、気相反応を用いたCVDでは、ホルダで積極的にガスを消費

させようとしているのに対し、専ら表面反応を用いたALDでは、ガスを多く流そうとしている点で大きく異なる。

【0039】上記ALD成膜処理は、複数のウェーハW上に複数種類のガスを1種類ずつ順番に繰り返し流し、表面反応により複数のウェーハ上に薄膜を形成する処理となる。以下、DCS（ジクロロシラン： $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ）と $\text{NH}_3$ を使った例で成膜ステップを説明する。

【0040】①DCSをガスノズル21を通して所定時間、基板領域に供給する。この時リモートプラズマユニット17はオフにしておく。

【0041】②DCSを止めて $\text{N}_2$ パージ又は、真空引きでDCS雰囲気除去する。

【0042】③ $\text{NH}_3$ をガスノズル21を通して所定時間、基板領域に供給する。このときリモートプラズマユニット17はオンとし、放電管37内を通過するガスをプラズマにより励起する。

【0043】④ $\text{NH}_3$ を止めて $\text{N}_2$ パージ又は、真空引きで $\text{NH}_3$ 雰囲気除去する。

【0044】再び①へ戻って、①～④のステップを所望の回数だけ繰り返す。ステップ①～④を1サイクルとして、1サイクルで一定の膜厚が成膜されていくので、膜厚はサイクル数で制御する。

【0045】このようにして成膜を完了した後、ガス導入ノズル21から不活性ガスを導入し、円筒反応管12内を不活性ガスに置換して常圧に復帰させ、ポート15を下降させ、ポート15から成膜完了後のウェーハWを払い出す。

【0046】なお、上述した実施の形態では反応管が1重管構造のものについて説明したが、本発明はこれに限定されず、2重管構造のものにも適用できる。またALD装置に限定されずCVD装置にも適用できる。また、ガスノズルを構成する弧状板は上下が同じ幅の矩形状としたが、これに限定されない。例えば上が広く下が狭い逆三角形状にしてもよい。

【0047】また、ノズルは管内壁に沿って設ける構成としているが、管外壁に沿って設ける構成としても良い。

【0048】また、以上の各実施例から把握される請求項以外の技術的思想について、その効果とともに以下に記載する。

【0049】（1）複数枚の基板を処理する円筒反応管の長手方向に揃うように、かつ円周方向の $45^\circ$ 以上 $180^\circ$ 以下好ましくは $90^\circ$ 以上 $180^\circ$ 以下の部分に揃うように形成され、ガス噴出口が各基板に対応するよう複数設けられているガスノズルにより、基板上に複数種類のガスを1種類ずつ順番に繰り返し流し、表面反応により、基板上に薄膜を形成することを特徴とする基板処理方法。

【0050】この構成によれば、各基板表面にガスが均

等にかつ多く流れ、また活性種のライフタイムを確保できるので、供給したガスを効率良く各基板で使用でき、各基板の表面反応を促進できる。

【0051】(2)複数枚の基板を処理する円筒反応管の長手方向に這うように、かつ円周方向の $45^\circ$ 以上 $180^\circ$ 以下好ましくは $90^\circ$ 以上 $180^\circ$ 以下の部分に這うように形成され、ガス噴出口が各基板に対応するよう複数設けられているガスノズルにより、基板上に複数種類のガスを1種類ずつ順番に繰り返し流し、表面反応により、基板上に薄膜を形成することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【0052】この構成によれば、各基板表面にガスが均等にかつ多く流れ、また活性種のライフタイムを確保できるので、供給したガスを効率良く各基板で使用でき、各基板の表面反応を促進できる。従って、高品質な半導体デバイスを製造できる。

【0053】(3)上記(2)において、前記複数種類のガスのうち、少なくとも1種類のガスはプラズマにより活性化して流すことを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

【0054】この構成によれば、ノズルを介して前記円筒反応管内の複数の基板に供給するガスは、プラズマにより活性化したガスを含むことが好ましい。プラズマにより活性化したガス(活性種)は、壁にぶつかったり、圧力が高いとライフタイムが短くなる。この点で、本発明はノズル内部に比較的広いノズル空間を持っているので、活性種のライフタイムを確保できる。従って、高品質な半導体デバイスを製造できる。

【0055】(4)上記(3)において、複数種類のガスはDCSと $\text{NH}_3$ とを含み、プラズマにより活性化して流すガスは $\text{NH}_3$ であり、形成する薄膜は $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜であることを特徴とする半導体デバイスの製造方法。 \*

\*【0056】プラズマによって励起される活性種にはライフタイム(寿命)があり、ある程度の時間が経過したり、障害物と衝突することで、励起状態でなくなってしまうことがあるが、この構成によれば、励起が必要なガス種は、励起されたまま基板領域に輸送されるので、吸着や反応が促進できる。従って、高品質な半導体デバイスを製造できる。

【0057】

【発明の効果】本発明によれば、ウェーハ表面上にガスが多く流れるようになり、また活性種のライフタイムを確保することができ、供給したガスを効率良く使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態の縦型減圧ALD装置の概略断面図である。

【図2】図1の反応管のA-A線矢視図である。

【図3】図2のガスノズルのB矢視図である。

【図4】実施の形態のポート構造を具体的に説明した縦型減圧ALD装置の概略断面図である。

20 【図5】図4の平面図である。

【図6】実施の形態の変形例を示すリング状プレートの平面図である。

【図7】従来例の縦型減圧CVD装置の概略断面図である。

【符号の説明】

12 円筒反応管

21 ノズル

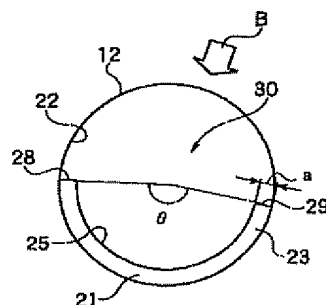
22 管内壁

23 ノズル空間

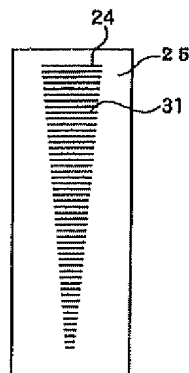
30 24 ガス噴出口

W ウェーハ(基板)

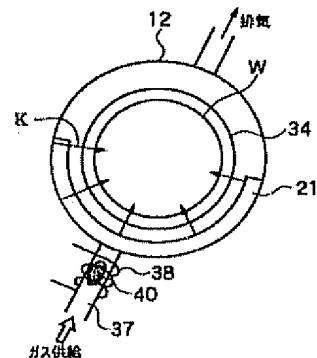
【図2】



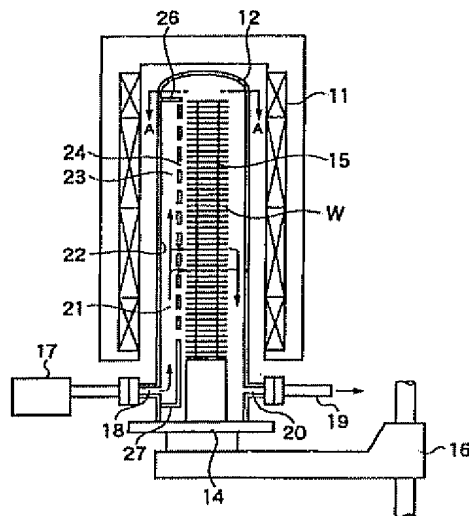
【図3】



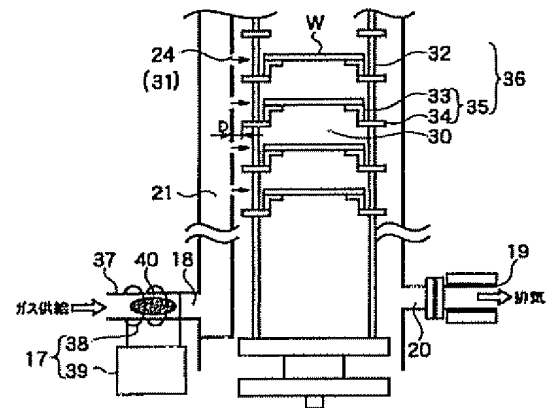
【図5】



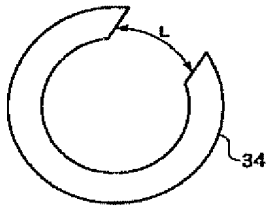
【図1】



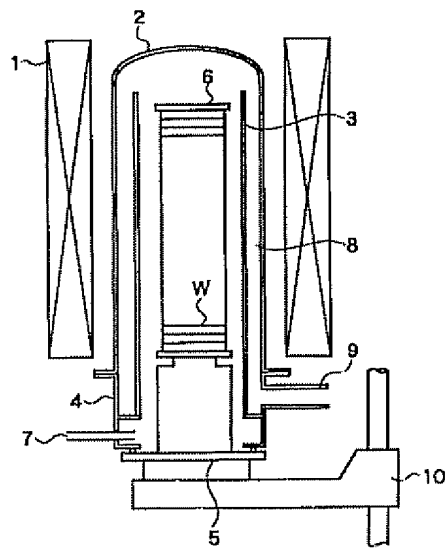
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 加賀谷 徹  
東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内  
(72)発明者 境 正憲  
東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(72)発明者 諸橋 明  
東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内  
F ターム(参考) 4K030 AA03 AA06 AA13 BA40 CA04  
EA05 EA06 FA01 GA01 KA04  
KA30 LA15  
5F045 AA00 AB33 AC05 AC12 BB09  
BB16 DP19 EF08